

Japanese Kokai Patent Application No. Hei 4[1992]-94121

Translated from Japanese by the Ralph McElroy Translation Company
910 West Avenue, Austin, Texas 78701 USA

Code: 598-77470

Ref.: APPLIED DKT 306 D08

JAPANESE PATENT OFFICE
PATENT JOURNAL (A)
KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 4[1992]-94121

Int. Cl. ⁵ :	H 01 L 21/302 C 23 F 4/00
Sequence Nos. for Office Use:	7353-4M 7179-4K
Filing No.:	Hei 2[1990]-210429
Filing Date:	August 10, 1990
Publication Date:	March 26, 1992
No. of Claims:	1 (Total of 5 pages)
Examination Request:	Not filed

DRY ETCHING METHOD

Inventors:	Kazuhide Ono Nippon Telegraph and Telephone Corp. 1-1-6 Uchisaiwai-cho, Chiyoda-ku, Tokyo
	Masaaki Sato Nippon Telegraph and Telephone Corp. 1-1-6 Uchisaiwai-cho, Chiyoda-ku, Tokyo
	Mutsunobu Arita Nippon Telegraph and Telephone Corp. 1-1-6 Uchisaiwai-cho, Chiyoda-ku, Tokyo

Applicant:

Nippon Telegraph and Telephone
Corp.
1-1-6 Uchisaiwai-cho, Chiyoda-ku,
Tokyo

Agent:

Masaki Yamagawa,
patent attorney, and 1 other

[There are no amendments to this patent.]

Claim

A dry etching method characterized by the following facts: in this dry etching method, a copper or copper alloy thin film coated on a substrate is partially covered with a mask material; said substrate is set on one electrode of a counter electrode type reactive ion etching device; the substrate set on said electrode is heated; an etching gas is fed into said etching device, and RF power is applied in the space from the counter electrode to generate glow discharge; in this way, said copper or copper alloy thin film is etched; in this method, a gas mixture containing at least a silicon compound gas and a nitrogen hydride gas is used as the etching gas.

Detailed explanation of the invention

Industrial application field

This invention pertains to a method for etching a copper or copper alloy thin film. In particular, this invention pertains to a method for etching a copper or copper alloy thin film at a high rate and with directionality during the etching step of operation for forming electrode wiring in the manufacturing process of a semiconductor device.

Prior art

In the conventional method for processing copper thin film to form electrode wiring by the copper thin film on a substrate, a mask material is coated partially on the copper thin film, followed by either wet etching in which the workpiece is dipped in an acidic or alkaline solution for chemical reaction with etching, or dry etching in which a reactive gas is used. In the wet etching method, etching takes place isotropically without directionality. Consequently, it is hard to perform fine etching.

On the other hand, dry etching is an etching method with directionality as described in the following references: G. C. Schwartz and P. M. Schaible: "Reactive Ion Etching of Copper Films," Journal of the Electrochemical Society, 130, 1777 (1983), and the paper by the present

patent applicant: "Reactive Ion Etching of Copper Films in SiCl_4 and N_2 Mixtures," Jpn. J. Appl. Phys. Lett., 28, 1070(1989).

However, for the method described in the paper of G. C. Schwartz, et al., in which a gas mixture of carbon tetrachloride and argon is used, it is hard to perform etching of the copper film between fine wires, and, since etching is carried out under a high power density, the selectivity with respect to the substrate is low, and it is impossible to make use of an organic resist as the mask material. These are problems.

On the other hand, for the method proposed by the present patent applicant, the aforementioned problems are solved by means of a gas mixture of silicon tetrachloride and nitrogen. It basically allows fine processing. Also, it allows use of an organic resist as the mask, and, for this etching method of copper thin film, selectivity with respect to the mask can be realized.

Problems to be solved by the invention

However, for the aforementioned gas mixture of silicon tetrachloride and nitrogen proposed by the present patent applicant, the etching rate is as low as about 200 Å/min, so that it is impossible to realize the high throughput demanded in the manufacture of semiconductor devices. This is a problem.

The objective of this invention is to solve the aforementioned problems of conventional technology by providing a method for etching a copper or copper alloy thin film which has a higher etching rate and allows etching with directionality.

Means to solve the problems

In order to realize the aforementioned objective, this invention makes use of a gas mixture containing a silicon compound gas and a nitrogen hydride gas so as to increase the etching rate and to maintain the directionality of etching. Also, by heating the electrode set below the substrate of the workpiece for etching, the substrate is heated to a temperature, usually 280°C, at which the reaction products can be dissipated.

Operation of the invention

In the etching method of this invention, copper reacts with chlorine radicals that are generated by decomposition of chlorine based gas used as the etching gas during discharge to form copper chloride. The substrate is heated to a temperature at which copper chloride can be dissipated. Consequently, dissipation of copper chloride progresses and etching is carried out. Also, due to reaction between silicon radicals formed in decomposition of the silicon compound gas and nitrogen radicals generated by decomposition of the nitrogen hydride compound gas, a

silicon nitride film is formed on the surface of the substrate. As ions are incident perpendicularly on the substrate, silicon nitride film on the surface of copper can be removed. Consequently, etching takes place. However, since the side walls of the pattern covered with a mask material are not hit by ions, it is possible to perform etching with directionality for a copper or copper alloy thin film coated with a silicon nitride film.

From experiments performed by the inventors of this patent applicant, it was found that the etching rate can be increased by increasing the number of chlorine radicals that serve as reaction seeds in reaction with copper.

An experiment was performed by etching a copper thin film formed on a thermally oxidized silicon film by means of a reactive ion etching device having a substrate heating mechanism. As the etching gas, a gas mixture of chlorine, silicon tetrachloride, and nitrogen was used. The flow rates of silicon tetrachloride and nitrogen were selected at 20 and 80 SCCM, respectively, the pressure was set at 2 Pa, and the RF power was set at 100 W. Then, the flow rate of chlorine was changed to study the relationship between etching rate and chlorine flow rate. As can be seen from the experimental results shown in Figure 1, as the chlorine flow rate increases, the etching rate rises drastically. However, in the gas mixture containing chlorine, when patterning of the copper thin film is performed with an organic resist/titanium nitride film used as the mask, due to chlorination of the copper thin film and the progress of etching into the pattern, it is hard to perform etching with directionality.

Consequently, in order to protect the pattern side walls from the chloride radicals, it is necessary to coat them with a stronger silicon nitride film. Since the side wall protecting effect by a silicon nitride film formed by the decomposition of silicon tetrachloride is insufficient, nitrogen hydride gas is added to promote formation of the silicon nitride film.

Figure 2 is a diagram illustrating the relationship between etching rate and flow rate when ammonia, which is a nitrogen hydride gas, is added into the gas mixture of silicon tetrachloride, nitrogen and chlorine. It can be seen that when the flow rate of ammonia is increased, the etching rate falls, and formation of a silicon nitride film is promoted. Due to promotion of formation of a silicon nitride film, processing side walls are well protected from chlorine radicals, and etching of a copper thin film with directionality is promoted.

Application examples

In the following, this invention will be explained in more detail with reference to figures.

Figure 3 is a schematic diagram illustrating a device for performing etching in this invention. In this figure, (1) represents an etching electrode; (2) represents a substrate for etching; (3) represents a counter electrode; (4) represents a substrate table for electrostatic chucking to fix substrate (2) for etching; (5) represents a heater for heating the etching electrode;

(6) represents a heater for heating the counter electrode; (7) represents an etching chamber; (8) represents a gas feed system; (9) represents a matching box; (10) represents an RF power source; and (11) represents an evacuating port for evacuating etching chamber (7) to a prescribed etching gas pressure.

Figure 4 is a cross-sectional view of the substrate for etching used in the etching operation. As shown in this figure, (12) represents a silicon wafer. On this silicon wafer (12), usually, semiconductor elements are formed. However, they are not shown in the figure. (13) represents a silicon dioxide film for insulating the electrode from the silicon substrate, and it is formed by the CVD method in this case. (14) and (16) represent titanium nitride films. They are formed by the reactive sputtering method in this case. (15) represents a 1- μm -thick copper thin film formed by the sputtering method. (17) represents an organic resist. In order to improve its heat resistance, it is subjected to curing by ultra-UV light and high-temperature baking.

In the following, the method for etching of the copper thin film shown in Figure 4 using the device shown in Figure 3 will be explained.

Via electrostatic chucking substrate table (4), substrate (2) for etching is fixed on etching electrode (1). Etching electrode (1) and counter electrode (3) are heated by heaters (5) and (6), respectively. Substrate (2) for etching is heated to a prescribed temperature, usually 280°C , by means of thermal conduction from the electrode. Then, with flow rate controlled, the etching gas, such as a gas mixture containing silicon tetrachloride as the silicon compound gas and ammonia as the nitrogen hydride gas, that is, a gas mixture containing 20 SCCM of silicon tetrachloride, 10 SCCM of ammonia, 80 SCCM of nitrogen and 20 SCCM of chlorine, is fed from gas feed-in system (8), while evacuation is performed through evacuating port (11), so that the interior of etching chamber (7) is kept at a prescribed gas pressure, such as 2 Pa. (10) RF power of, say, 200 W, is applied on etching electrode (1). A glow discharge takes place between etching electrode (1) and counter electrode (3), so that the gas is converted to a plasma and is activated to form chlorine radicals. Then, the accelerated ions are incident at a right angle toward etching electrode (1). In this way, due to the synergistic effect of ion impact and chlorine radicals, etching is performed on titanium nitride film (14), copper thin film (15) and titanium nitride film (16) on substrate (2).

Figure 5 is a cross-sectional view of the substrate for etching after etching. As shown in Figure 5(a), for a gas mixture of silicon tetrachloride, nitrogen and chlorine without adding ammonia, undercutting occurs, and fine processing is difficult to perform. As shown in Figure 5(b), since ammonia is added, formation of a wall-surface protecting film is promoted. Consequently, it is possible to prevent undercutting and it is possible to obtain a nearly vertical cross-sectional shape. In this case, the etching rate of the copper thin film is about $1000 \text{ \AA}/\text{min}$,

which is about 4-5 times the etching rate when forming a pattern using a conventional gas mixture of silicon tetrachloride and nitrogen.

In the etching method of this application example, it is possible to perform etching at a much higher etching rate than that in the conventional etching method using a gas mixture of silicon tetrachloride and nitrogen, and it is possible to realize etching free of undercutting and with directionality.

In this application example, only etching of a copper thin film has been presented. However, this invention is not limited to etching of a copper thin film alone. For example, it is also possible to adopt this invention in the etching of a film of a copper alloy, such as an Al-Cu film or the like.

In addition to the silicon tetrachloride shown in the application example, other silicon compounds may be used, such as monosilane, disilane, dichlorosilane, trichlorosilane, etc. In addition to the ammonia described in the application example, other nitrogen hydride gases may be used, such as hydrazine, etc.

Effect of the invention

As explained above, according to this invention, when a copper or copper alloy thin film is etched, a gas mixture containing at least a silicon compound gas and a nitrogen hydride gas is used. Consequently, it is possible to easily obtain a copper or copper alloy wiring pattern at a high rate, free of undercutting and having directionality, and it is possible to perform etching at a high throughput.

Brief description of the figures

Figures 1 and 2 illustrate results of experiments performed based on the dry etching in this invention. Figure 1 is a diagram illustrating the characteristics of the relationship between the etching rate of the copper thin film and the chlorine flow rate when chlorine is added into the gas mixture of silicon tetrachloride and nitrogen. Figure 2 is a diagram illustrating the characteristics of the relationship between the etching rate of the copper thin film and the ammonia flow rate when ammonia is added into the gas mixture of silicon tetrachloride, nitrogen and chlorine. Figure 3 is a schematic diagram illustrating an application example of this invention. Figure 4 is a cross-sectional view of a substrate as the workpiece for etching. Figure 5 is a cross-sectional view illustrating the processing shape in this invention.

- 1 Etching electrode
- 2 Substrate for etching
- 3 Counter electrode

- 4 Substrate table for electrostatic chucking
- 5 Heater for heating the etching electrode
- 6 Heater for heating the counter electrode
- 7 Etching chamber
- 8 Gas feed-in system
- 9 Matching box
- 10 RF power source
- 11 Evacuating port
- 12 Silicon wafer
- 13 Silicon dioxide film
- 14 Titanium nitride film
- 15 Copper thin film
- 16 Titanium nitride film
- 17 Organic resist film

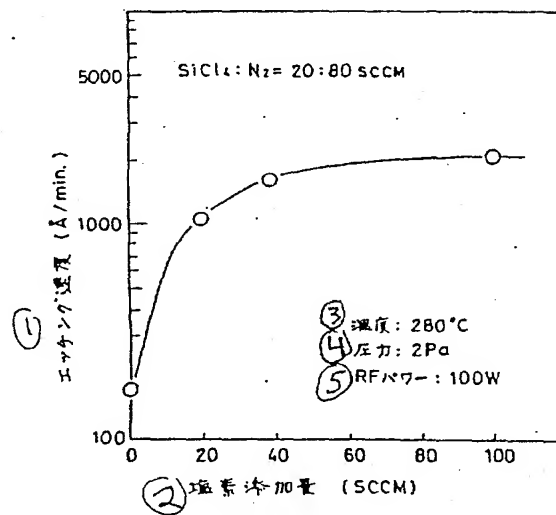


Figure 1

- Key:
- 1 Etching rate
 - 2 Chlorine flow rate
 - 3 Temperature
 - 4 Pressure
 - 5 RF power

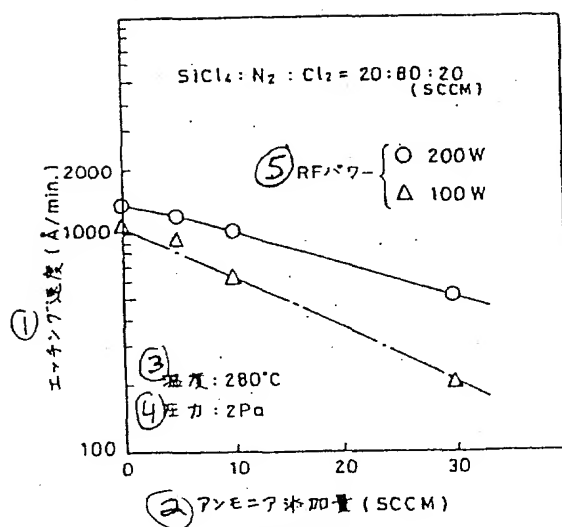


Figure 2

- Key:
- 1 Etching rate
 - 2 Ammonia flow rate
 - 3 Temperature
 - 4 Pressure
 - 5 RF power

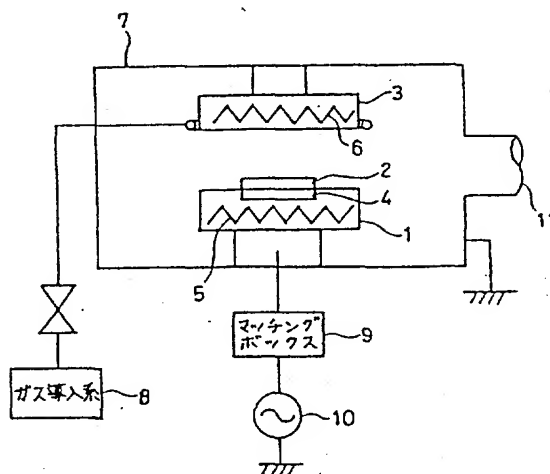


Figure 3

- Key:
- 8 Gas feed-in system
 - 9 Matching box

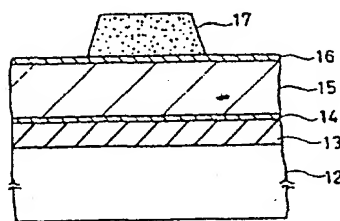


Figure 4

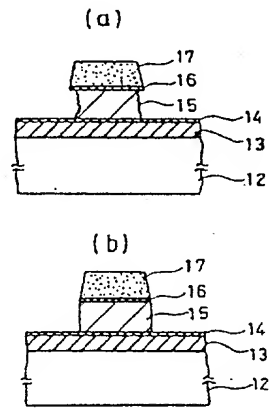


Figure 5

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-94121

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)3月26日

H 01 L 21/302
C 23 F 4/00

F 7353-4M
E 7179-4K

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 ドライエッチング方法

⑮ 特 願 平2-210429

⑯ 出 願 平2(1990)8月10日

⑰ 発 明 者 大 野 一 英 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑰ 発 明 者 佐 藤 政 明 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑰ 発 明 者 有 田 睦 信 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑱ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑲ 代 理 人 弁理士 山川 政樹 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

ドライエッチング方法

2. 特許請求の範囲

基板上を被覆した銅もしくは銅合金薄膜を部分的にマスク材で被覆し、前記基板を対向電極型反応性イオンエッチング装置の一方の電極上に配置し、前記電極上に配置した基板を加熱し、前記エッチング装置内にエッチングガスを導入して対向電極間に高周波電力を印加してグロー放電を発生させることにより前記銅もしくは銅合金薄膜をエッチングする方法において、エッチングガスに少なくともシリコン化合物ガスおよび窒素水素化合物ガスを含む混合ガスを用いることを特徴とするドライエッチング方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、銅もしくは銅合金薄膜のエッチング方法に係り、特に半導体装置の製造工程の中で電極配線形成のためのエッチング工程において、銅

もしくは銅合金薄膜を方向性を持たせつつ高速度でエッチングする方法に関するものである。

(従来の技術)

従来、基板上に銅薄膜による電極配線を形成する場合の銅薄膜の加工法としては、銅薄膜上を部分的にマスク材料で覆い、酸性あるいはアルカリ性の溶液に浸し化学反応によりエッチングする湿式エッチング法や、反応性のガスを用いるドライエッチング法が行われている。湿式エッチング法ではエッチングに方向性がなく等方的にエッチングされるため微細なエッチングは困難であった。

一方、ドライエッチング法は、方向性を持ったエッチング法として知られ、例えば、G.C.SchwarzとP.M.Schaibleによる論文(「リアクティブイオン エッチング オブ カッパー フィルムズ」、ジャーナル オブ エレクトロケミカル ソサイエティ、130 巻、1777頁、1983年。("Reactive Ion Etching of Copper Films", Journal of Electrochemical Society, 130, 1777(1983))および本願出願人による論文(「リアクティブ イオ

ン エッチング オブ カッパー フィルムズ
イン SiCl_4 アンド N_2 ミックスチャー」、ジャ
パニーズ ジャーナル オブ アブライト、フィ
ジックス レター 28 巻 1070 頁 1989 年。("Re
active Ion Etching of Copper Films in SiCl_4
and N_2 Mixture", Jpn. J. Appl. Phys. Lett. 2
8, 1070(1989))がある。

上記のG.C.Schwartzらの論文により示された四
塩化炭素とアルゴンとの混合ガス系では、微細な
線間の銅膜がエッチングしにくく、高い電力密度
でエッチングするので下地との選択比が小さい、
マスク材料として有機レジストが使用できない等
の問題点があった。

一方、本願出願人が提案した四塩化珪素と窒素
の混合ガス系による方法はこれらの問題点を解決
し、基本的には微細加工を可能とし、有機レジ
ストをマスクとして使用でき、マスクとの選択性も
得られる銅薄膜のエッチング方法であった。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、上記の本願出願人が先に提案し

た四塩化珪素と窒素との混合ガス系では、エッチ
ング速度が毎分200オングストローム程度と遅
く、半導体装置の製造工程において高いスルー
ットを望めないという問題点があった。

本発明は上記の課題を解決するためになされた
ものであり、エッチング速度を向上し、なおかつ
方向性エッチングを可能とする銅もしくは銅合金
薄膜のエッチング方法を提供することを目的とす
る。

(課題を解決するための手段)

この目的を達成するために本発明においては、
エッチング速度を向上し、かつ方向性エッチング
を維持するためにシリコン化合物ガスおよび窒素
水素化合物ガスを含む塩素系の混合ガスを用いる。
また、被エッチング物の基板を配置する電極を加
熱することにより、前記基板を反応生成物が揮発
可能な温度、標準的には280℃に加熱する。

(作用)

本発明のエッチング方法においては、銅はエッ
チングガスである塩素系ガスが放電により分解し

て出来た塩素ラジカルと反応して塩化銅となるが、
塩化銅が揮発可能な温度まで基板は加熱されてい
るので、塩化銅の揮発が進みエッチングが進行す
る。またシリコン化合物ガスが分解して生ずるシ
リコンラジカルと窒素水素化合物ガスが分解して生
ずる窒素ラジカルが反応することにより、基板表
面には窒化珪素膜が形成されるが、基板に垂直入
射するイオンが銅表面の窒化珪素膜を除去するの
で、エッチングが進行する。しかしマスク材料で
覆われたパターンの側壁はイオンが当たらないの
で、窒化珪素膜で覆われ銅もしくは銅合金薄膜の
方向性エッチングが可能となる。

銅との反応種である塩素ラジカルを増すことに
よりエッチング速度が向上することは、本願発明
者が行なった次の実験より明らかである。

実験は熱酸化シリコン膜上に形成した銅薄膜を
基板加熱機構を有する反応性イオンエッチング装
置を用いてエッチングすることにより行った。エ
ッチングガスとして塩素、四塩化珪素、窒素の混
合ガスを用い、四塩化珪素、窒素の流量をそれぞ

れ20、80SCCM、圧力2Pa、RFパワー：1
00Wとしながら、塩素添加量を変化させエッチ
ング速度と添加量の関係を調べた。実験結果は、
第1図に示すように、塩素添加量を増加するとエ
ッチング速度は飛躍的に高まる。しかしながらこ
の塩素を添加したガス系では、有機レジスト/窒
化チタン膜をマスクとした銅薄膜のパターンニン
グの際、銅薄膜の塩化とエッチングがパターン内
部まで進行するため方向性エッチングは困難とな
る。

従って塩素ラジカルからパターン側壁を保護す
るため、より強固は窒化珪素膜で覆う必要が生じ
る。四塩化珪素と窒素の分解により形成される窒
化珪素膜では側壁保護効果は十分でなく、このた
め窒素水素化合物ガスを添加して窒化珪素膜の生成
を促進させる。

第2図は上記の四塩化珪素、窒素および塩素か
らなる混合ガスに窒素水素化合物ガスのひとつであ
るアンモニアを添加した場合のエッチング速度と
添加量の関係を表したものである。アンモニア添

加量を増すに従いエッチング速度は低下し、窒化珪素膜の生成が促進されていることがわかる。この窒化珪素膜形成の促進により加工側壁は塩素ラジカルから十分に保護され銅薄膜の方向性エッチングが促進される。

〔実施例〕

以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。

第3図は本発明に係るエッチングを行う装置の一例の概略図である。同図において、1はエッチング電極、2は被エッチング基板、3は対向電極、4は被エッチング基板2を固定するための静電チャック用基板台、5はエッチング電極加熱用ヒータ、6は対向電極加熱用ヒータ、7はエッチングチャンバ、8はガス導入系、9はマッティングボックス、10は高周波電源、11はエッチングチャンバ7内を所定のエッチングガス圧に減圧する真空排気口を示す。

第4図はエッチングに用いた被エッチング基板の断面図である。同図において、12はシリコンウェハであり、このシリコンウェハ12上には通

常半導体素子が形成されているが、図では省略した。13はシリコン基板から電極を絶縁するための二酸化シリコン膜であり、ここではCVD法により形成した。14、16は窒化チタン膜であり、ここでは反応性スパッタ法により形成した。15は銅薄膜でありスパッタ法により1 μ mの厚さに形成した。17は有機レジストであり、耐熱性向上のため遠紫外光によるキュア処理と高温ベークとを行った。

次に第3図の装置を用いて第4図に示した銅薄膜のエッチングを行う方法について説明する。

被エッチング基板2は静電チャック用基板台4を介してエッチング電極1上に固定される。エッチング電極1及び対向電極3はそれぞれ予めヒータ5、6により加熱されており、被エッチング基板2は電極からの熱伝導によって所定の温度、標準的には280℃に加熱される。その後、ガス導入系8より流量制御されたエッチングガス、例えばシリコン化合物ガスとして四塩化珪素、窒素水素化合物ガスとしてアンモニアを含むガス、すなわ

ち四塩化珪素：20SCCM、アンモニア：10SCCM、窒素：80SCCM、塩素：20SCCMの混合ガスを導入して真空排気口11を通過した排気によりエッチングチャンバ7内を所定のガス圧、例えば2Paに保持し、エッチング電極1に高周波電源10により、例えば200Wの高周波電力を印加する。するとエッチング電極1と対向電極3の間にグロー放電を生じ、ガスはプラズマ化され活性化し、塩素ラジカルが生成されるとともに、エッチング電極1側には加速されたイオンが垂直に照射される。これによって、基板2上の窒化チタン膜14、銅薄膜15および窒化チタン膜16はイオン衝撃と塩素ラジカルとの相乗効果によりエッチングされる。

第5図は被エッチング基板のエッチング後の断面形状を示したものである。第5図同のアンモニアを添加しない四塩化珪素、窒素、塩素の混合ガスではアンダーカットを生じ微細加工は困難であったが、第5図同に示すようにアンモニアを添加することで側壁保護膜形成が促進され、このため

アンダーカットは防止されほぼ垂直の断面形状をもつパターンが得られた。この時、銅薄膜のエッチング速度は約1000Å/min.であり、従来の四塩化珪素と窒素との混合ガスの場合に比較して4～5倍の速度でパターン形成が可能であった。

このように本実施例のエッチング方法では、従来の四塩化珪素と窒素との混合ガスによるエッチング方法に比較して十分高速なエッチングが可能であり、かつアンダーカットのない方向性エッチングが達成される。

本実施例では銅薄膜のエッチングについてのみ示したが、本発明は銅薄膜のみのエッチングに限定されるものではなく、例えばAl-Cu膜等の銅を構成成分として含む銅合金膜のエッチングにおいても適用される。

また、シリコン化合物ガスには実施例に示す四塩化珪素以外に、例えばモノシラン、ジシラン、ジクロルシラン、トリクロルシラン等のガスも用いられ、窒素水素化合物ガスとしては実施例に示すアンモニア以外に、ヒドラジン等のガスも適用さ

れる。

(発明の効果)

以上説明したように本発明によれば、銅もしくは銅合金薄膜をエッチングする際エッチングガスに少なくともシリコン化合物ガスおよび窒素水素化合物ガスを含む混合ガスを用いることにより、高速度でなおかつアンダーカットのない方向性を持った銅もしくは銅合金配線パターンが容易に得られ、高スループットのエッチングが達成される効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図、第2図は本発明のドライエッチング方法に基づいた実験の結果を示すものであって、第1図は四塩化珪素と窒素の混合ガスに塩素を添加した時の銅薄膜のエッチング速度と塩素添加量の関係を示す特性図、第2図は四塩化珪素、窒素および塩素の混合ガスにアンモニアを添加した時の銅薄膜のエッチング速度とアンモニア添加量の関係を示す特性図、第3図は本発明の一実施例を行う装置の概略図、第4図はエッチングに用いた被

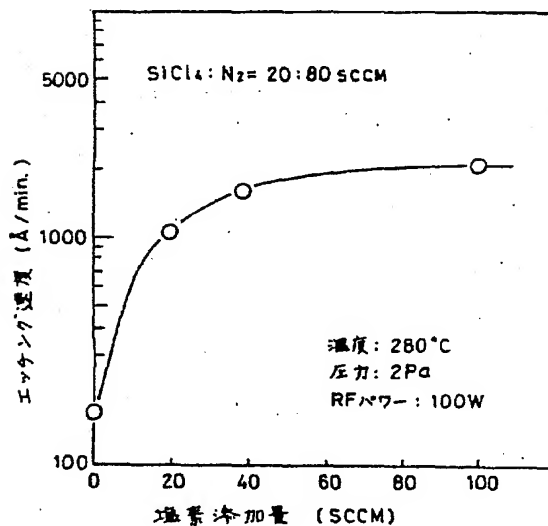
エッチング物の基板の断面を示す図、第5図は本発明による加工形状の断面を示す図である。

1・・・エッチング電極、2・・・被エッチング基板、3・・・対向電極、4・・・静電チャック用基板台、5・・・エッチング電極加熱用ヒータ、6・・・対向電極加熱用ヒータ、7・・・エッチングチャンバ、8・・・ガス導入系、9・・・マッティングボックス、10・・・高周波電源、11・・・真空排気口、12・・・シリコンウェハ、13・・・二酸化シリコン膜、14・・・窒化チタン膜、15・・・銅薄膜、16・・・窒化チタン膜、17・・・有機レジスト膜。

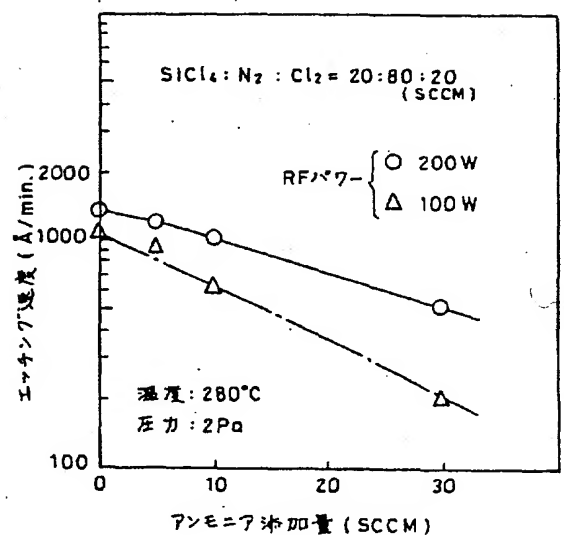
特許出願人 日本電信電話株式会社

代理人 山川 政 樹

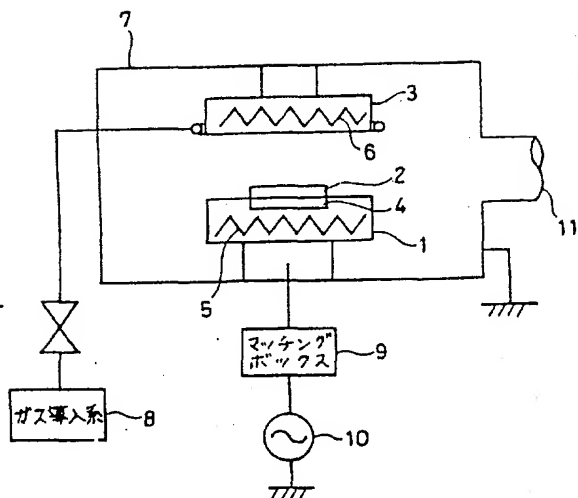
第 1 図



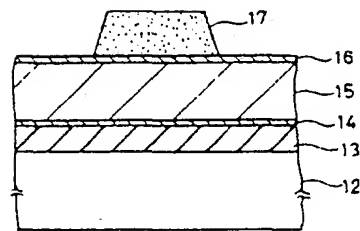
第 2 図



第 3 図

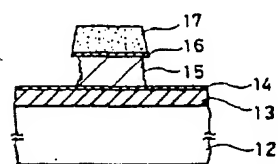


第 4 図



第 5 図

(a)



(b)

